

フィルダム盛土品質管理の含水比規定値に関する一考察

大成建設 正会員 ○浅山 愛郎

1. はじめに

台湾の湖山ダムを例に含水比規定値を考察する。台湾は米国内務省開拓局 USBR の指導を受けた歴史があり土質材料盛土品質管理試験に USBR7240 が用いられた。不合格では再施工となり、含水比の判定は転圧完了後となる。最適含水比に対して自然含水比が乾燥側にある材料を使用した湖山ダムでは湿潤側、乾燥側共に不合格が発生した。含水比不合格の場合、掻き起し、加水（乾燥側の場合）、攪拌、再転圧と作業量が大きく増える。不合格の原因について考察するとともに、仮に含水比規定値の考え方を見直した場合、試験結果の不合格率にどのような影響があったかを検証する。

2. 工事概要

湖山ダムは 2007 年～2014 年に建設されたアースフィルダムで、堤高 75 m、堤頂長 1,521m、堤体積 1,510 万 m³である。標準断面を図-1 に示す。湛水地内

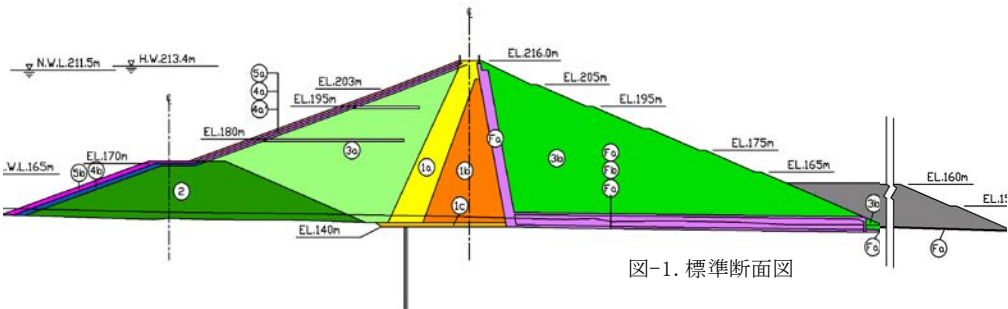


図-1. 標準断面図

の第四紀堆積岩の砂岩と泥岩をシェル層 (3a、3b) とコア層 (1a、1b) の材料とした。上流コア 1a は泥岩を優先的に使用したものの賦存量の関係で砂岩も使用、その他は砂岩を使用した。最適含水比は砂岩で 8.5%～18.2%、平均 12.3%、泥岩で 9.9%～16.3%、平均 13.6% で共に地山での自然含水は概ね 3～4% の乾燥側にあり加水による含水比調整を必要とした。

3. シェル層とコア層の品質管理基準

品質管理基準と転圧仕様を表-1 に示す。含水比の基準はコアで乾燥側が厳しく、密度は上流シェルで厳しく設定されている。USBR7240 は締固め試験の試料を転圧後の現場密度試験を実施した位置から採取し、含水比をそのままの状態（転圧後の状態）と、調整した 2 種の計 3 種から最大湿潤密度・最適含水比を算出する方法で、迅速性と実際の材料を用いて管理するメリットを有する。D 値=現場湿潤/最大湿潤密度×100 である。図-2 に加水と減水で調整した例を示す。加水、さらに加水で調整する場合もある。

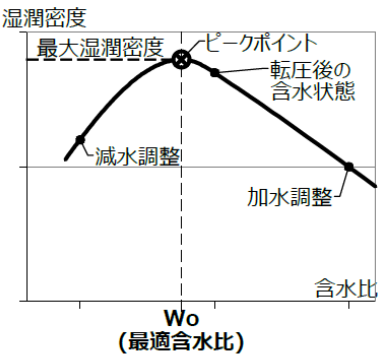


図-2. USBR7240概要図

表-1 管理基準値と転圧仕様

	管理基準値			転圧仕様	
	最大粒径	含水比	湿潤密度	層厚（転圧後）	使用転圧機種
コア（1a と 1b）	<7.5cm	OMC-1.5%～+2.5%	D ≧ 98%, 平均D ≧ 100%	15cm	32tシープスフート
上流シェル 3a	<7.5cm	OMC-2.5%～+2.0%	D ≧ 100%, 平均D ≧ 101%	25cm	振動15t～19t
下流シェル 3b	<7.5cm	OMC-2.5%～+2.0%	D ≧ 98%, 平均D ≧ 100%	25cm	振動15t～19t

4. シェル層とコア層の品質管理試験結果と考察

品質管理試験結果を表 - 2 に示す。不合格の場合の再施工試験の結果も含んでいる。含水比調整の方法は、土取り場で材料をリッピングした後にホースにより加水、更に盛土ヤードに敷均した後に散水車で加水し耕運

キーワード フィルダム 盛土品質管理 USBR7240 要求性能 適合可能性範囲 含水比規定値
連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設 国際支店 土木部 TEL 03-5381-5336

機で攪拌した。転圧開始前に含水比を確認してから転圧開始するようにしたものの、転圧前後のサンプリング位置も異なるため、乾燥側にも湿潤側にも外れる結果となっている。また含水比が合格したものに対する密度試験の合格率も示した。コアの含水比合格率が低いのは乾燥側の厳しい基準、上流シェルの密度の合格率が低いのは基準の厳しさの影響である。含水比調整の施工法が、全材料を均一な状態とすることに限界を有していることに加え、品質のバラツキが避けられない現象であるため、一定の割合で不合格になると考えられる。密度不足での不合格への対処は再転圧すればよいので時間的ロスはあるが作業量が大きく増えるものではない。

表-2 品質管理試験結果

	総試験結果（再試験含む）			含水比の試験結果				含水比合格での密度試験結果			
	試験数	合格率	不合格率	合格数	合格率	不合格率		合格数	平均D値	対含水比合格	
						乾燥側	湿潤側			合格率	不合格
コア（1a と1b）	2,722	94.4%	5.6%	2,619	96.2%	2.8%	1.0%	2,570	101.87	98.1%	1.9%
上流シェル 3a	2,223	89.1%	10.9%	2,152	96.7%	2.2%	1.1%	1,981	102.34	92.1%	7.9%
下流シェル 3b	3,044	94.5%	5.5%	2,941				2,878	101.78	97.9%	2.1%

5. 含水比規定値の考え方

良好な転圧結果を得るために転圧開始前の含水比を管理することが重要であることは当然であるが、転圧後の含水比が範囲を逸脱したとしても要求性能（強度、透水系数、湛水後の沈下量）を満たす範囲が残っていると考える。図-3 に示す、乾燥側で飽和度が、湿潤側では乾燥密度が一定値以上の範囲である。この範囲を「適合可能性範囲」とした。飽和度は乾燥側基準値での値と同等以上、乾燥密度は湿潤側基準値と同等以上としてその範囲に入っている試験数を試算した。適合可能性範囲が真に適合可能なものの検証には至っていない。乾燥密度ベースの代表資料の締固め試験との比較ではないので実態との整合性に問題がないと考えられる。飽和度に関して土粒子の比重は平均値を用いて算出した。図-3 は 1b 材での平均的な例を示す。適合可能性範囲に入った試験数の結果を表-3 に示す。総試験数に対してシェル層で約 1 %、コア層で約 2 % となった。

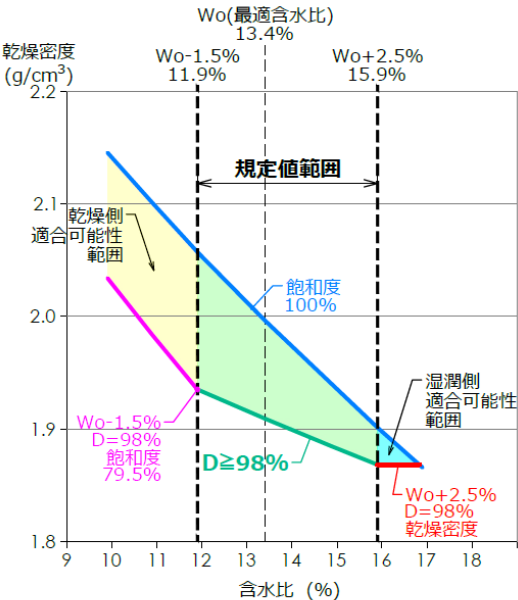


表-3 適合可能性検証結果

	乾燥側			湿潤側			合計			対総試験
	不合格数	適合可能性有り		不合格数	適合可能性有り		不合格数	適合可能性有り		
コア（1a と1b）	75	44	58.7%	28	16	57.1%	103	60	58.3%	2.2%
上流シェル 3a	52	21	40.4%	19	6	31.6%	71	27	38.0%	1.2%
下流シェル 3b	65	11	16.9%	38	30	78.9%	103	41	39.8%	1.3%

6. おわりに

湖山ダムの含水比と密度が基準を逸脱する確率を示した。そして、不合格の中に、本文で定義した「適合可能性範囲」（転圧後の含水比が基準を逸脱したとしても、要求性能を発揮することができると評価した範囲）を満足する割合が、総試験数の 1 ～ 2 % 存在することを明らかにした。大型工事になればなるほどこの影響は大きい。今後、「適合可能性範囲」の工学的妥当性の検証が進み、より合理的な品質管理手法が確立されれば、施工効率も向上すると想定される。また、湖山ダム建設工事は、「公共工事金質賞」という台湾における公共工事で最も権威のある賞を受賞し、盛土施工に対しても一定以上の評価を得ている事を付記する。